

NEW APPROACHES IN EDUCATIONAL RESEARCH

Vol. 2. No. 1. Enero 2013 pp. 24–32 ISSN: 2254-7399 DOI: 10.7821/naer.2.1.23-31

ORIGINAL

Experiencias prácticas para el desarrollo de los sistemas educativos en la web semántica

M^a del Mar Sánchez Vera^{1,*}, Jesualdo Tomás Fernández Breis², José Luis Serrano Sánchez³, M^a. Paz Prendes Espinosa⁴

¹Dpto. Didáctica y Organización Escolar, Universidad de Murcia, España {mmarsanchez@um.es}

²Dpto. Didáctica y Organización Escolar, Universidad de Murcia, España {jfernand@um.es}

³Dpto. Didáctica y Organización Escolar, Universidad de Murcia, España {jl.serranosanchez@um.es}

⁴Dpto. Didáctica y Organización Escolar, Universidad de Murcia, España {pazprend@um.es}

Recibido el 18 Octubre 2012; revisado el 29 Octubre 2012; aceptado el 3 Diciembre 2012; publicado el 15 Enero 2013

DOI: 10.7821/naer.2.1.23-31

RESUMEN

En los últimos años las tecnologías de la Web Semántica se han aplicado en entornos educativos para diferentes propósitos. El tipo de aplicación se ha definido principalmente por cómo el conocimiento se ha representado y difundido. La tecnología básica para la representación del conocimiento en la Web Semántica es la ontología. Ésta representa un punto de vista común, compartido y reutilizable, de un dominio de aplicación concreto. Las ontologías pueden servir de apoyo para diversas actividades en entornos educativos, y pueden ser una herramienta muy utilizada desde el punto de vista pedagógico. En este artículo nos centramos en dos experiencias que utilizan las tecnologías de la Web Semántica en entornos educativos: la plataforma OeLE, que utiliza ontologías como apoyo a los procesos de evaluación (que tienen que estar diseñadas e implementadas en lenguajes semánticos que puedan ser utilizados por OeLE); y el proyecto ENSEMBLE, que pretende desarrollar aplicaciones de la Web Semántica al crear representaciones de conocimiento específicas desde las necesidades del usuario. Vamos a analizar, por tanto, el papel de las ontologías y cómo se pueden utilizar de diferentes modos comparando las pautas de modelos y analizando cómo las ontologías pueden complementarse mutuamente y sus implicaciones para la práctica.

PALABRAS CLAVE: APRENDIZAJE, EVALUACIÓN, TECNOLOGÍA EDUCATIVA, SISTEMAS ONLINE, INTERNET

1 INTRODUCCIÓN: LAS ONTOLOGÍAS Y LA WEB SEMÁNTICA EN EL E-LEARNING

La Web Semántica pretende añadir información semántica a los contenidos web, con el fin de crear un entorno en el cual los agentes del software sean capaces de realizar tareas de forma eficiente (Berners & Hendler, 2001). La Web Semántica propone la idea de que los contenidos web están definidos y vinculados no solamente para la visualización, sino también

para ser utilizados por las aplicaciones, que harían de la Web Semántica una tecnología prometedora para implementar sistemas de e-learning. Por otra parte, Stojanovic, Staab, y Studer (2001) demostraron que la Web Semántica reúne los siguientes requisitos básicos del e-learning: rapidez, just-in-time y aprendizaje apropiado. La adecuación de las tecnologías de la Web Semántica para desarrollar sistemas de e-learning es apoyada también por los esfuerzos en investigación realizados durante los últimos años desde diferentes perspectivas (ver por ejemplo, Fensel, Staab, Studer, Van, & Davies, 2003; Devedzic, 2006; Bittencourt, Costa, & Silva, 2009).

La Web Semántica pretende superar los límites de la actual Web mediante la introducción de descriptores explícitos del significado, la estructura interna y la estructura global de los contenidos y servicios disponibles en el WWW. Ante el crecimiento desmesurado de los recursos y la ausencia de una organización clara en la Web en la actualidad, se aboga por la realización de una clasificación, estructuración y una anotación de recursos con explicitaciones procesables por la máquina semántica.

Una serie de tecnologías son necesarias para el éxito de la Web Semántica. Ésta acumula lenguajes incluidos y estándares que van desde cómo son representados los caracteres hasta cómo la seguridad puede ser garantizada. Sin embargo, a fin de que toda la información sea comprensible para las máquinas, las ontologías se han convertido en la piedra angular de la tecnología necesaria. Un amplio número de definiciones de ontologías pueden ser encontradas en la literatura (ver por ejemplo, Gruber, 1993; Van Heist, Schereiber, & Wielinga, 1997). Las ontologías definen puntos de vista comunes, compartibles y reutilizables de un dominio, y dan significado a las estructuras de información que son intercambiadas por los sistemas de información (Brewster & O'Hara, 2007). Una ontología puede entenderse como un modelo de conceptos semánticos que contiene: sus propiedades, relaciones interconceptuales y axiomas relacionados con los elementos anteriores. En la práctica, las ontologías han sido ampliamente utilizadas debido a que son reutilizables y compartibles (ver por ejemplo, Fernández-Breis & Martínez-Bejar, 2002; Brewster & O'Hara, 2007).

Desde la perspectiva del e-learning, algunas pautas y recomendaciones establecen la necesidad de un enfoque basado en la Web Semántica. Por un lado, los metadatos para objetos de

*Por correo postal dirigirse a:

Universidad de Murcia

Facultad de Educación, Campus de Espinardo

Departamento de Didáctica y Organización Escolar

30100 Murcia

Spain

aprendizaje (Learning Object Metadata, LOM) estándar recomiendan la anotación y clasificación de objetos de aprendizaje, utilizando el uso de metadatos para facilitar su recuperación. Por otro lado, la especificación IMS Learning Design (IMS LD) que describe el proceso de aprendizaje que tiene lugar en las unidades de aprendizaje, se describe en la actualidad por una ontología (Amorín, Lama, Sánchez, Riera, & Vila, 1995).

Sin embargo, el desarrollo de ontologías nunca ha sido una tarea fácil y lograr tal grado de semántica compartidos en la web es una tarea que llevará unos años. De esta manera, con el fin de facilitar el intercambio de datos en la Web, se ha propuesto utilizar datos asociados. Los datos asociados permiten utilizar la red para buscar información relacionada a partir de estas “palabras clave”.

2 MÉTODO: REPRESENTACIONES FORMALES E INFORMALES DE LA INFORMACIÓN Y CONOCIMIENTO

En este apartado, presentamos información sobre la naturaleza y las propiedades de interés de las ontologías en entornos de aprendizaje. Esto nos permitirá introducir cómo el conocimiento será utilizado por los dos proyectos que serán analizados en próximos apartados en este trabajo.

Habitualmente se concibe que el conocimiento de la ontología es formal, tiene una estructura determinada con un significado particular, determinista e inflexible. Esto es probablemente una propiedad necesaria de las ontologías para ciertos dominios y aplicaciones, pero esto también limita su capacidad. En este artículo, nos interesamos también en la visión que considera las ontologías como una manera de estructurar la información que proporciona herramientas más potentes, como por ejemplo, los modelos relacionales.

2.1 Resultados y discusión: tipos de Ontologías

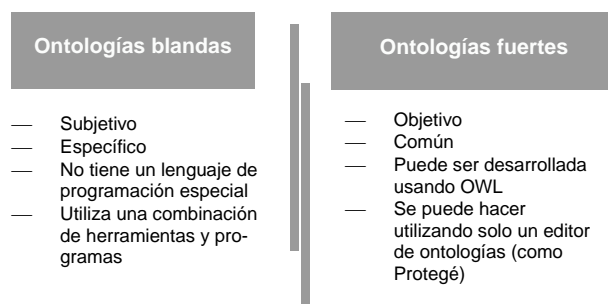
El proyecto SemTech (Semantic Technologies for Learning and Teaching) distingue entre *hard semantic technologies* (tecnología semánticas fuertes) y *soft semantic technologies* (tecnología semánticas blandas) para diferenciar entre las ontologías en función de su nivel de estructuración. Hay autores que utilizan el término *lightweight* (Corcho, Fernández, & Gómez, 2003) mientras que otros autores hablan de *soft ontologies*. De cualquier manera, parece que ambos términos tratan de poder unir diferencias ontológicas aparentemente irreconciliables por medio de análisis contextuales. Esto significa que, cuando se quiere representar el conocimiento de manera estructurada, muchas veces nos encontramos con disciplinas o materias que no pueden ser estructuradas de forma directa en una taxonomía o clasificación. Aquí es donde las ontologías blandas entran en juego.

— SemTech hace una distinción entre las tecnologías denominadas blandas y fuertes y entre los datos vinculados y los tradicionales metadatos, utilizando las ontologías como las indicadas en Tiropanis et al. (2009) (ver las principales diferencias entre las ontologías fuertes y blandas en la Figura 1): Las tecnologías semánticas blandas permiten a las personas documentar ciertos conceptos en formatos que sean fáciles de comunicar a los demás. Estos conceptos pueden ser comunicados en el marco de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Las folksonomías y los mapas temáticos son ejemplos de anotaciones

semánticas blandas. Estas ontologías se refieren a una ontología flexible que organiza conceptos e ideas en una taxonomía o clasificación (Avilés, Díaz-Kommonen, Laipainen, & Piirtari, 2003). Tener una ontología blanda no significa que sea menos eficaz. Hay áreas en las que es difícil establecer relaciones claras. El desarrollo de ontologías blandas u ontologías *lightweight*, nos permite trabajar con estos entornos complicados y organizar los conocimientos con el fin de crear una herramienta de Web Semántica en el futuro. Por lo tanto, consideramos que hay contextos en los que es difícil hacer una estructura fija y permanente del contenido. Por este motivo, las ontologías blandas pueden ser muy prácticas en áreas como la enseñanza.

— Las tecnologías semánticas fuertes apoyan el intercambio y el procesamiento de datos semánticos entre los programas y las máquinas. Un ejemplo serían los datos vinculados contruidos desde declaraciones RDF. Dichas ontologías se estructuran por medio de lenguajes específicos como RDF o OWL. Por lo general se desarrollan a través de editores de ontologías como Protegé.

Figura 1. Diferencias entre *soft/light* ontologías y *hard/strong* ontologías



Tal y como se mencionó anteriormente, incluso en dominios restringidos, es muy difícil llegar a un acuerdo sobre vocabularios comunes y conceptualizaciones compartidas. Diferentes agentes utilizan la misma palabra para dar significado a cosas diferentes o utilizan palabras diferentes para decir lo mismo. Esto es lo que Bouquet, Dona, Serfardini, y Zanobini (2002) conocen como *semantic heterogeneity* (la heterogeneidad semántica), es decir, una situación en la que las personas no se entienden, ya que utilizan lenguajes con semántica heterogénea.

Una ontología local no puede ser solamente vista como una desventaja, ya que nos permite trabajar con entornos específicos, que pueden desempeñar un papel fundamental en la educación. Pero tenemos que considerar este punto de vista cuando estamos construyendo e intentando organizar la información. Sería una herramienta muy útil, pero en un determinado contexto. De hecho, una ontología local puede ser blanda o fuerte, ya que esta clasificación no está relacionada con su grado de formalización y estructuración, sino con la contextualización del contenido. Mientras que la ontología “formal” asume que el conocimiento es estandarizadamente válido en diferentes lugares, una ontología local asumen que determinados conceptos o contenidos son únicamente válidos en un determinado contexto de uso.

3 TECNOLOGÍAS DE LA WEB SEMÁNTICA PARA LA EVALUACIÓN: OELE

La evaluación de conocimientos o habilidades de los estudiantes es una actividad básica en la educación tradicional y en el e-learning. Suele hacerse mediante la aplicación de pruebas al alumnado que pueden contener diferentes tipos de ejercicios, tales como preguntas abiertas, preguntas cerradas, rompecabezas, juegos... Cada ejercicio trata de evaluar los diferentes niveles de las capacidades de los estudiantes. En Bloom (1956), se identifica una taxonomía de seis niveles del comportamiento intelectual: evaluación, síntesis, análisis, aplicación, comprensión y conocimiento. La memoria cognitiva, o el reconocimiento de los hechos, es el nivel más bajo, mientras que el más alto es la evaluación, lo que supone un problema más abstracto y complejo de la capacidad de resolución. La taxonomía mencionada, permite la clasificación de los niveles de abstracción de las preguntas y ejercicios para evaluar el trabajo de los estudiantes.

Diferentes autores mantienen la afirmación de que los niveles más altos de la taxonomía de Bloom pueden ser solamente evaluados a través de preguntas abiertas (Birenbaum, Tatsouka, & Gutvitz, 1992; McGrath, 2003; Mitchell, Aldridge, Williamson, & Broomhead, 2003; Palmer & Richardson, 2003). Estas preguntas no son difíciles de diseñar para los profesores, aunque su evaluación manual en ocasiones sí presenta dificultades en base a las propiedades superficiales de la respuesta, como por ejemplo la presencia de términos importantes. En este caso, los estudiantes pueden engañar fácilmente al evaluador escribiendo líneas generales y algunos contenidos sin sentido con los términos que el evaluador está buscando. Para un apropiado proceso de evaluación, las respuestas deben ser leídas cuidadosamente, en busca de la claridad y la lógica. Además, esta tarea puede volverse agotadora si el evaluador tiene que corregir una gran cantidad de exámenes. Sin embargo, la evaluación de preguntas abiertas sin participación humana es un serio asunto dada la necesidad de evaluar un texto en lenguaje natural que requiere el desarrollo de nuevas metodologías para apoyar estos procesos.

Diferentes técnicas se han aplicado tradicionalmente para la evaluación de preguntas abiertas. Concretamente, técnicas de representación del conocimiento como redes semánticas léxicas o estructuras conceptuales (ver por ejemplo Devin, 1998; Olsen, 1998; Whittingdon, & Hunt, 1999). En los últimos años, los Topic Maps (Maicher & Park, 2005) han sido ampliamente utilizados para la conceptualización de las competencias en el ámbito educativo. Los Topic Maps pueden representar la información mediante temas, asociaciones (representan las relaciones entre ellos) y ocurrencias. Por lo tanto, son similares en muchos aspectos a las redes semánticas. Sin embargo, su conocimiento no está formalizado y requiere la definición de la ontología del mapa temático.

Se pueden encontrar también sistemas de evaluación para el alumnado asistidos por ordenador (Friedler & Shneiderman, 2008; Falquet & Mottaz, 2004; Alfonseca & Pérez, 2004). La mayoría de ellos combinan el procesamiento del lenguaje natural y las técnicas estadísticas a las respuestas de los estudiantes. Finalmente, nuestro grupo ha usado ya ontologías para apoyar la evaluación de individuos en el trabajo en grupo (Fernández *et al.*, 2007).

El feedback está obviamente relacionado con la evaluación, ya que permite devolver información al estudiante que ha sido proporcionada por el propio alumno, pero que mejora gracias al

tratamiento realizado por el profesor. El feedback no es solamente un instrumento que debe ser usado para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, sino todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. La recopilación de los feedback de los estudiantes es una estrategia central para controlar la calidad y los estándares del aprendizaje en las instituciones de educación superior.

Teniendo en cuenta lo expuesto hasta el momento, los desarrolladores de la plataforma OeLE encuentran los siguientes motivos para la aplicación de ontologías para el apoyo del proceso de evaluación:

- Las ontologías pueden proporcionar la especificación precisa semántica del ámbito, en este caso, el conocimiento que los estudiantes deben adquirir durante la asignatura.
- Las anotaciones semánticas pueden ser utilizadas para obtener una especificación precisa semántica de las preguntas y las respuestas.
- Los procesos automáticos de feedback pueden ser desarrollados mediante la combinación de ontologías y anotaciones semánticas.

3.1 Descripción de la plataforma OeLE

La plataforma OeLE es el resultado de un trabajo conjunto entre dos grupos de investigación de las Facultades de Ciencias de la Computación y Educación de la Universidad de Murcia (España). Esta plataforma permite realizar pruebas de evaluación que van más allá de las preguntas de selección múltiple que tradicionalmente ya se han utilizado de manera online. Una de las grandes posibilidades que ofrece, es la de utilizar conceptos desarrollados por el estudiante y su uso para proporcionar *feedback* sobre su desempeño en la prueba, indicando qué aspectos se han realizado correctamente, los errores, etc., con el fin de proporcionar información sobre el proceso de aprendizaje.

En OeLE, las ontologías representan el conocimiento que los estudiantes tienen que adquirir en una determinada asignatura. La evaluación de la misma se realiza mediante la realización de pruebas basadas en preguntas abiertas a los estudiantes. Cada pregunta se asocia a un conjunto particular de anotaciones semánticas, que son las partes de la ontología de la asignatura que los alumnos deben haber adquirido para responder adecuadamente. Las anotaciones semánticas también se asocian a las respuestas de los estudiantes en lenguaje natural, siendo esta parte del proceso semiautomático y con el apoyo de técnicas del tratamiento del lenguaje natural. La puntuación será proporcional a las similitudes semánticas de ambas asociaciones de anotaciones.

OeLE tiene como objetivo apoyar el diseño y la mejora de las pruebas de evaluación en las asignaturas de modalidad e-learning. Este enfoque se basa en los siguientes supuestos, que revelan la necesidad del uso de tecnologías de la Web Semántica:

- El conocimiento de la asignatura puede ser modelado por medio de ontologías, es decir, utilizando conceptos, relaciones y atributos. Concretamente, las ontologías se expresan en este trabajo utilizando el Ontology Web Language (OWL) (Web Ontology Working Group, 2004), que es el “de facto” estándar.
- Las anotaciones semánticas se pueden asociar a las preguntas de evaluación. Dichas anotaciones se pueden definir para una pregunta en particular en dos niveles: la

respuesta esperada por el profesor, y las respuestas de los estudiantes.

- Los exámenes son evaluados con el uso una metodología basada en mediciones de similitud semántica. Esta similitud se calcula a partir de la respuesta esperada y de la proporcionada por el alumno. La similitud se calcula entre las anotaciones semánticas extraídas de ambas respuestas.

A continuación, describimos OeLE apoyándonos en varias capturas de pantalla de la plataforma. El profesor utiliza la pantalla que se muestra en la Figura 2 para evaluar cada pregunta. Esta pantalla está dividida en dos partes diferenciadas. La parte de la izquierda se refiere a la pregunta y en la derecha se indica la respuesta dada por el alumno. Seguidamente mostramos la información contenida en la parte de la pregunta: descripción, respuesta esperada (opcional), las anotaciones semánticas que hacen explícito lo que los estudiantes deben responder, y las puntuaciones asignadas a esta pregunta. En lo que se refiere a la parte de la respuesta, aparece la siguiente información: la respuesta de texto, las anotaciones semánticas derivadas de la respuesta de texto y las puntuaciones dadas a los estudiantes. Dos nuevos campos se proporcionan para esta cuestión: uso manual (por el profesor) y automático de la corrección (calculado por el sistema). La nota final de la prueba se obtiene mediante la combinación de las puntuaciones obtenidas en cada pregunta.

Figura 2. Corrección de la pregunta

El resultado de este análisis se compone de dos listas:

- Conocimiento no adquirido (“aspectos a mejorar”): esta lista contiene los elementos de conocimiento que se espera que el alumno responda pero que éste no ha dado. En la Figura 3 se muestra un ejemplo en el que el alumno no respondió los conceptos “bases del diseño”, “fases del diseño” y “recomendaciones”. En cuanto a las relaciones: “bases el diseño son las bases de diseño técnico”, y por último, el atributo “aspectos principales de las bases de diseño”.
- En conocimiento contenido en la respuesta (“Ítems respondidos por el alumno”): el proceso de puntuación se obtiene con un conjunto de anotaciones semánticas de la respuesta del estudiante. El feedback se genera posteriormente, mostrando la corrección de cada entidad ontológica extraída de la respuesta del estudiante. En la Figura 3 se muestra únicamente el concepto

“herramientas”, que fue contestado correctamente por el estudiante. Los ítems incorrectos tienen una cruz roja.

Figura 3. Extracto del feedback generado para el estudiante

El feedback generado por la plataforma también permite a los docentes conocer qué aspectos se han adquirido mejor o peor por los estudiantes.

3.2 Uso de OeLE en un contexto real

OeLE fue usado en una asignatura de modalidad e-learning en la Universidad de Murcia. La asignatura se llevó a cabo en el segundo semestre del curso académico 2008/2009, y tuvo 25 alumnos como participantes. Esta asignatura tiene una orientación práctica, cuyo objetivo principal es la formación de los alumnos en los aspectos de diseño, producción y evaluación de contenidos en procesos didácticos. Todo el trabajo se realizó en la plataforma virtual de e-learning de la Universidad de Murcia: SUMA (<http://suma.um.es/>). El rendimiento académico de los estudiantes es evaluado con un e-portafolio y diferentes actividades realizadas a lo largo de los 9 temas del programa, además de la participación de los alumnos en varios escenarios de comunicación (videoconferencias y trabajos colaborativos). OeLE fue el entorno de evaluación utilizado en esta asignatura, y nuestra investigación coincide con esta parte de dicha materia. El resto de las variables que definen la asignatura se tuvieron en cuenta para el diseño, análisis y evaluación de la experiencia, prestándose especial atención en probar la utilidad educativa de este sistema de evaluación innovador.

El estudio fue realizado de la siguiente manera. Los estudiantes realizaron un examen utilizando la plataforma OeLE. Posteriormente, los exámenes fueron evaluados por OeLE, lo que generó la información de feedback para cada estudiante y para el profesor. Los exámenes también fueron puntuados por uno de los profesores de la asignatura. En esta etapa, los estudiantes tuvieron acceso durante una semana a los contenidos de refuerzo, de esta manera los discentes tuvieron la oportunidad de revisar los contenidos relacionados con los conocimientos de la asignatura que no han respondido correctamente en el examen. Después, los estudiantes realizaron un segundo examen que fue puntuado siguiendo el procedimiento del primero. Por último, se les pidió a los estudiantes que respondieran a un

cuestionario sobre la experiencia para posteriormente poder ser analizada.

El análisis de los datos permitió conocer que las puntuaciones del segundo examen fueron mayores que en la primera prueba. Es un resultado esperado porque debemos tener en cuenta el feedback proporcionado a los estudiantes, además de que se dieron unos días de margen para el segundo examen. Este análisis nos indica que el feedback que se generó ha sido uno de los aspectos mejor evaluados de esta experiencia. Estos resultados se encuentran en línea con los mostrados por Gordijn y Nijhof (2002) y Wang y Wu (2008). La mayoría de los estudiantes lo consideraron positivo puesto que para el alumnado participante el feedback recibido es útil en entornos de evaluación en red.

El feedback generado por la plataforma permitió a los profesores conocer los aspectos que se han adquirido mejor y peor por los estudiantes. Dicha información es interesante según los docentes ya que cada ítem de conocimiento tiene una importancia relativa asociada a cada anotación en las preguntas.

3.3 Cuestiones metodológicas

Esta experiencia nos permitió definir la metodología para el uso de este tipo de enfoque de la Web Semántica como apoyo de los procesos de evaluación.

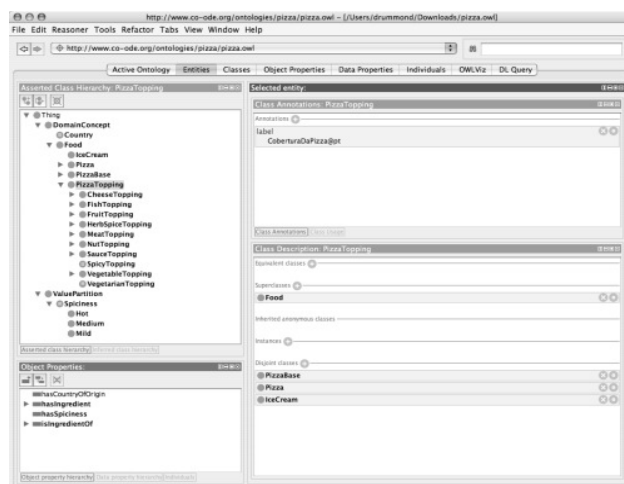
Si se trabaja con ontologías se debe tener en cuenta una serie de recomendaciones proporcionadas por diversos autores (Noy & McGuinness, 2001; Devedzic, 2006; Fernández *et al.*, 2007; Horridge, 2009).

Para la creación de una ontología recomendamos el programa Protegé. La ontología tiene que modelar el conocimiento de la asignatura en términos de cómo se va a enseñar y preguntar la manera en la que se relaciona el contenido. Se aconseja establecer relaciones entre los conceptos. Para crear una ontología es pertinente cuestionarse las siguientes preguntas formuladas por Noy y McGuinness (2001), cuya lectura es recomendada:

- ¿Cuál es el campo de la ontología?
- ¿Cuál será el uso de la ontología?
- ¿Qué tipo de cuestiones en la ontología deberían de proporcionar las respuestas?
- ¿Quién utilizará y mantendrá la ontología?

En la experiencia con OeLE se mantuvieron diferentes reuniones con los profesores de la asignatura con el fin de definir qué aspectos se tendrían en cuenta para la evaluación de las respuestas de los estudiantes. Se concluyó que sería importante que el estudiante realizase respuestas con claridad, sencillez y originalidad (para evitar copiar y pegar) y proporcionar ejemplos. Estos aspectos también fueron incluidos en la ontología.

Figura 4. Ejemplo de uso de Protegé



El siguiente paso consiste en enumerar los términos importantes en la ontología, en este sentido es útil escribir una lista de todos los términos de los que se iban a hacer declaraciones o dar explicaciones al usuario, por lo que debíamos preguntarnos cuáles eran los conceptos importantes.

Para crear ontologías se utilizan las clases, subclases, y la relación entre ellas. Debemos tener en cuenta la jerarquía entre los conceptos. En este caso, hablamos de crear una ontología sobre la “respuesta ideal” de las preguntas del examen. Por lo tanto, la ontología se creó estructurada en función de las distintas preguntas, no del curso completo.

4 DESARROLLO DE APLICACIONES EDUCATIVAS DE LA WEB SEMÁNTICA: ENSEMBLE

Exhibit es una aplicación del Proyecto SIMILE (Semantic Interoperability of Metadata and Information in unlikely Environments). Este proyecto pretende mejorar la interoperabilidad entre los activos digitales, los esquemas, el vocabulario, las ontologías, los metadatos y los distintos servicios (<http://simile.mit.edu/wiki/SIMILE>About>). Exhibit es una herramienta de enlace y agregación de datos. Ofrece algunas de las affordances de la Web Semántica sin la necesidad de las ontologías. Exhibit permite la creación de páginas web de forma sencilla con búsqueda de texto avanzada y funciones de filtrado, con mapas interactivos, líneas de tiempo y otras visualizaciones.

Hyun, Kragen, y Miller (2008) afirman que la Web Semántica ha sido desestimada por muchos especialistas basándose en que tenía una visión poco realista de la realidad, ya que se lanzó como un medio en el que los agentes del software automatizado de recolección de datos estructurados llevaban a cabo tareas complejas de forma automatizada.

4.1 Proyecto ENSEMBLE

Tras profundizar en diferentes contextos educativos y en el papel que las ontologías pueden desempeñar en éstos, mostramos a continuación un buen ejemplo de cómo trabajar de manera diferente con la información y desarrollar aplicaciones de Web Semántica. Nos referimos al proyecto ENSEMBLE (Tecnologías Semánticas para la mejora del aprendizaje basado en problemas). Este proyecto es dirigido por Patrick Carmichael, siendo uno de los proyectos internacionales más importantes que estudia la aplicación de la Web Semántica en la Educación.

Lo que principalmente le diferencia de otros estudios sobre educación y Web Semántica es que aborda la investigación de la Web Semántica desde una perspectiva educativa y trata de ver qué implicaciones conlleva su uso en educación, mientras que otros grupos de investigación se centran en aspectos técnicos o informáticos de la Web Semántica. El proyecto trabaja con los profesores y estudiantes de pregrado y postgrado para explorar en qué aspectos se centra el aprendizaje, y qué papel pueden desempeñar las tecnologías de la Web Semántica en el apoyo al aprendizaje.

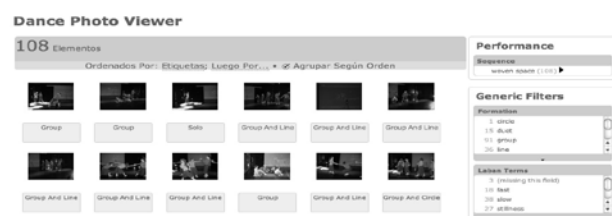
Martínez, Morris, Tracy, y Carmichael (2011) explican cómo han desarrollado varias aplicaciones para diferentes áreas (ciencias de las plantas, arqueología...), a través de estudios de casos. El proyecto ha sido desarrollado en una amplia gama de aplicaciones semánticas que se centraron en la enseñanza.

Entre sus proyectos, destacamos el proyecto de danza. En esta experiencia, debido a su contexto y contenido, fue necesario ampliar las estructuras de las herramientas con las que se trabajaron. Se creó un entorno web en el que aparecía la información interrelacionada y donde los estudiantes podían interactuar con las aplicaciones y la información. A través de la interacción y la conexión de la información, consideramos que es un gran ejemplo de cómo aplicar la Web Semántica a la Educación sin el uso de una ontología. Los principales beneficios de las tecnologías de la Web Semántica que describen los autores en el sitio web son:

- Metadatos: consistentes en que permiten que el contenido se almacene y se recupere desde un depósito digital a través de interfaces Web.
- Navegación: que permite la búsqueda de colecciones, la exploración de la relación entre ontologías y vocabularios formales e informales generados por el usuario.
- Los marcadores semánticos de los vídeos, que permiten acceder a distintas partes de la reproducción y otros recursos.
- La anotación del contenido (incluyendo vídeos) que hace posible que los estudiantes puedan acceder a distintas colecciones.

Figura 5. Dance photo viewer

(<http://ensemble.ljmu.ac.uk/projects/tests/TestDance/index.html>)



Otro ejemplo es MOAM. MOAM (Maritime Operations and Management) es una asignatura sobre operaciones marítimas y gestión. Se trata de una asignatura de máster de la universidad de la ciudad de Londres. En esta materia los alumnos trabajan en las prácticas con diferentes casos reales, tras formular un problema que tienen que dar una solución práctica. La asignatura incluye varios escenarios de aprendizaje, por ejemplo, una tarea puede ser diseñar un servicio de Ferry desde un archipiélago hasta la costa de Cornualles (Stcholl, Tracy, & Carmichael, 2009). Los alumnos tienen que jugar el papel de expertos en

distintos dominios (economistas, ingenieros de seguridad, diseñadores técnicos) y presentar y defender su diseño de trabajo ante un panel de expertos. Esta forma de utilizar los casos requiere de un enfoque para pensar en el apoyo tecnológico de herramientas semánticas.

4.2 Cuestiones metodológicas

Algunos seguidores de la Web Semántica con una visión más tradicional o estricta podrían preguntar dónde están las ontologías OWL y cómo se incluirían en estos modelos abiertos. Hyun, Krag, y Miller (2008) nos dan la respuesta indicando que han escogido un modelo de sintaxis diferente, que no se basa en RDF/XML; ellos aceptan las limitaciones de no trabajar con estas tecnologías y lo asumen, ya que el método de trabajo de Exhibit les permite desarrollar aplicaciones de forma más rápida, práctica y accesible a un mayor número de usuarios.

En cuanto al OWL, argumentan que de momento es contraproducente intentar apuntar tan alto hacia formas plenamente automatizadas. Desde su perspectiva, el primer paso crítico para la generalización de la Web Semántica es la de generar grandes cantidades de información estructurada en la forma adecuada y Exhibit es una herramienta que establece las bases para lograr este objetivo. La racionalización de los datos puede venir después.

En la página web del proyecto ENSEMBLE se describe cómo crear aplicaciones de la Web Semántica en cinco pasos sencillos (<http://ensemble.ljmu.ac.uk/>):

- Paso 1: La hojas de cálculo iniciales. Debemos comenzar con algunos cuadros de datos básicos, cada uno contiene filas sobre los detalles de los diferentes tipos de datos (filósofos, sesiones, lecturas...), vinculadas a proporcionar a las asociaciones semánticas.
- Paso 2: Para trabajar con los datos en primer lugar hay que cambiarlos desde las hojas de cálculo a un formato de registro que pueda entender su navegador web. El proyecto SIMILE acoge un servicio en línea para hacer precisamente eso: Babel. Es una herramienta útil para comprobar visualmente la exactitud de los datos, antes de empezar en una versión completa de Exhibit realizada por nosotros mismos.
- Paso 3: Se utiliza un tema de Exhibit como estructura básica para construir lo demás. Una vez que tenemos los datos de Babel como JSON (JavaScript Object Notation, un formato de archivo de datos de uso frecuente por las aplicaciones web), podemos empezar a construir nuestro sitio de Web Semántica.
- Paso 4: Si estamos contentos con el esquema, podemos desarrollar versiones posteriores de Exhibit incluyendo esta estructura básica en HTML.
- Paso 5: El sitio final. La grandeza de sobre los datos semánticos es que, mientras se tengan multitud de conexiones sólidas para enlazar registros diferentes se puede ver y manipular de muchas maneras diferentes. La página web que resulta de todo esto, incluye datos de varios recursos, todos ellos relacionados a través de Exhibit.

La parte realmente interesante de la experiencia mencionada, es el esfuerzo que se realiza para tratar de integrar ontologías en un contexto relacionado con un aprendizaje específico. Tal y como pudimos ver en el inicio de este apartado, las ontologías

blandas tratan de unir las diferencias ontológicas que aparentemente son irreconciliables a través de un análisis contextual. Esto significa que cuando tratamos de representar el conocimiento de una manera estructurada, a menudo encontramos disciplinas o áreas que no pueden estructurarse claramente mediante una ontología. Para resolver este problema pueden utilizarse taxonomías relacionadas con los conocimientos estructurados en combinación con el uso de otras herramientas.

Con el fin de representar la información en esta situación, se está desarrollando una ontología basada en la taxonomía de Bloom. Como hemos visto, la taxonomía de Bloom es una manera de clasificar las actividades de instrucción o preguntas a medida que progresan en función de su dificultad. La taxonomía de Bloom proporciona una estructura útil para categorizar las preguntas del examen cuando se evalúa el aprendizaje del estudiante.

5 CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En la práctica, las ontologías han sido ampliamente utilizadas debido a que son reutilizables y compartibles (Brewster & O'Hara, 2007). La oportunidad de participar en diferentes proyectos nos lleva a una posición privilegiada para analizar las dos perspectivas sobre cómo trabajar con ontologías en entornos educativos. A continuación indicamos las posibilidades educativas que ofrecen tanto OeLE como las experiencias con MOAM:

I. OeLE:

- La aplicación OeLE es un sistema de evaluación innovador. La gran ventaja es que proporciona a los estudiantes los mecanismos necesarios para obtener información acerca de sus debilidades. Además proporciona al profesorado mecanismos para cumplir con el rendimiento individual y colectivo de sus estudiantes, permitiéndole reaccionar con eficacia para la mejora del aprendizaje de los estudiantes.
- La construcción de una ontología es en realidad una tarea costosa que consume un volumen de tiempo considerable, sin embargo, la creación de una ontología reporta de manera inmediata la ventaja de obtener la categorización explícita de los elementos y relaciones que intervienen en el modelo de conocimiento, de modo que se puede editar, gestionar y reutilizar. Por otra parte, la organización semántica del feedback enviada por los objetos de aprendizaje implica la posibilidad en un futuro de interrelacionar varios sistemas informáticos y ofrecer una gestión más efectiva del contenido de estudiantes y profesores.
- Una vez que la ontología se ha desarrollado, se puede reutilizar en diferentes ediciones de la asignatura y la base de las preguntas anotadas semánticamente se pueden compartir con otros profesores y ser utilizada en diferentes ediciones de la asignatura.

II. MOAM:

- MOAM ofrece la posibilidad de trabajar con entornos de aprendizaje específicos y crear herramientas útiles. Esto permite una representación más amplia de un área. Sobre la base de elementos estandarizados (por ejemplo, la taxonomía de Bloom) la experiencia con MOAM nos permite crear modelos de trabajo de

futuro para entender cómo los elementos se interrelacionan en un contexto educativo.

- La creación de modelos de trabajo nos permite conocer como se llevan a cabo en la práctica diaria las actividades para lograr las metas del aprendizaje, pudiendo observar los modelos que responden a objetivos superiores.

La experiencia presentada en OeLE nos permite partir de una situación en la que podríamos estructurar claramente el conocimiento de determinados elementos, mientras que una experiencia como MOAM o dance tiene como objetivo incluir otros elementos contextuales, por lo que se pueden distinguir los diferentes elementos en cada situación. Aunque tratamos de incluir elementos contextuales en la experiencia OeLE, la representación del contenido es totalmente estructurada a partir del modelo de respuesta proporcionada por el profesor.

En la tabla 1 podemos observar los aspectos que se desarrollan en referencia a los distintos elementos:

Tabla 1. Diferencias en distintos conocimientos estructurados

	Conocimientos bien definidos	Heterogeneidad del conocimiento
DOMINIO	Conocimiento, e-learning	Metodología, habilidades, resultados.
RESULTADOS DEL APRENDIZAJE	Establecido o predeterminado desde el principio, resultados del aprendizaje del mismo nivel, mismo vocabulario.	Reciente, debatida y en diferentes niveles y utilizando vocabulario distinto
ONTOLOGÍA	Representación, evaluación, <i>feedback</i>	Articulación, representación y traducción.

- Dominio: En OeLE, tenemos que organizar el conocimiento que es importante en una asignatura en modalidad e-learning. El proceso es metódico, tratando de priorizar algunos conceptos sobre los demás. Al mismo tiempo, es una experiencia con un conocimiento bien definido, es importante buscar la palabra más representativa de una idea y encontrar sinónimos que puedan ayudar en el futuro, mientras que los enfoques como MOAM o dance se tratan de encontrar la forma de definir las habilidades necesarias para comprender el funcionamiento de una asignatura, es decir, saber qué contenido responde al objetivo y la habilidad que se necesita para desarrollarlo.
- Resultados del aprendizaje: Los resultados del aprendizaje en una experiencia deben ser definidos y estar totalmente estandarizados, deben compartir un vocabulario común y ofrecer alternativas que los ordenadores puedan entender. Al principio, los objetivos de aprendizaje están en el mismo nivel y es el profesor quien posteriormente debe elegir que es lo más importante. Los objetivos del aprendizaje en otros contextos son elementos recientes que operan en diferentes niveles, habiendo un constante intento de mejorar y aprender. Esta estrategia requiere de una enorme profundidad en el tema, por lo que es básico para poder conocer las metodologías, objetivos y sistema de evaluación. OeLE tiene en cuenta estos aspectos, pero MOAM presta más atención a las metas futuras a conseguir. Las ontologías de OeLE permiten ser utilizadas

en distintas asignaturas, mientras que MOAM es más especializada y localizada.

- Ontología: Una ontología en OeLE se crea a través de herramientas como Protegé, y se exporta en formato OWL que facilitan la ejecución de la evaluación, el proceso de Feedback y la asociación con Objetos de Aprendizaje. En una experiencia de conocimiento de heterogeneidad, en donde hay que tener en cuenta los objetos de aprendizaje u otros elementos, una ontología está hecha a partir de una información estructurada y clara que se intenta posteriormente traspasar al lenguaje informático que entienden los ordenadores, de tal manera que podemos interrelacionar los elementos concretos de un caso. Esta representación es complicada a nivel técnico pero ofrece una visión más realista para la enseñanza científica.
- Tecnologías: OeLE pretende crear un sistema de evaluación de las asignaturas en entornos de e-learning, mientras que MOAM pretende profundizar en los beneficios de una realidad educativa e incluir la Web Semántica como parte de la enseñanza.

Ninguno de los enfoques existentes había sido capaz de promover la evaluación de preguntas abiertas utilizando una infraestructura semántica completa; OeLE ofrece a la comunidad académica un método de evaluación basado en preguntas abiertas apoyado con herramientas. Este enfoque muestra el valor de las tecnologías de la Web Semántica para la construcción de soluciones en el e-learning.

Por lo tanto, debemos considerar cuáles son los beneficios que se pueden extraer de ambas experiencias. No podemos decir que las dos experiencias estén completamente en desacuerdo, ya que hay una serie de posibilidades que podemos explorar en conjunto en futuros proyectos:

- Creación de sistemas de evaluación más realistas de e-learning adaptados al contexto.
- La combinación de las herramientas de evaluación como OeLE, unido a sistemas de búsqueda de metas y actividades (como MOAM) pueden permitir el desarrollo de aplicaciones informáticas personalizadas y que ofrezcan una formación contextualizada al alumnado.
- La creación de una herramienta complementaria para OeLE que permita el uso de Objetos de Aprendizaje y de este modo ofrecer una mayor cantidad de recursos al alumno, para mejorar los entornos de evaluación en red.

En la actualidad no hay una única forma de trabajar con ontologías. En primer lugar debemos analizar qué tipo de contenido y en qué contexto estamos trabajando. Una vez hecho esto, podemos trabajar con diferentes herramientas que van desde modelos ontológicos más estructurados y cerrados (se está trabajando en programas como Protegé), a modelos más abiertos en los que utilizamos otras herramientas para estructurar la información.

Lo que está claro es que algo está sucediendo en la Web Semántica. Hay varias líneas de futuro en donde podríamos trabajar en combinación de las dos perspectivas. Una de ellas, hacemos hincapié, es el desarrollo de la herramienta OeLE incluyendo elementos de ontologías blandas como los trabajos MOAM, que ofrecen una visión más realista del tema.

También debemos recordar que el Espacio Europeo de Educación Superior, así como la reforma de los títulos universitarios, también buscan cambiar las metodologías de enseñanza, mediante la utilización de estrategias centradas en el alumno. De otro lado, somos conscientes de la importancia del e-learning en los proyectos europeos. Al menos por estos motivos, no deberíamos permitirnos el lujo de perder esta oportunidad de estudiar estas nuevas posibilidades educativas desde una perspectiva multidisciplinar.

Concluir que con el desarrollo de esta herramienta se mostró la capacidad de crear un entorno de evaluación en línea formado por la aplicación OeLE y un sistema de feedback en red utilizando objetos de aprendizaje, dando lugar por lo tanto a un sistema innovador de trabajo en asignaturas de e-learning.

REFERENCIAS

- Alfonseca, E., & Perez, D. (October 2004). Automatic assessment of open ended questions with a bleu-inspired algorithm and shallow nlp. In *Proceedings of Advances in Natural Language Processing, 4th International Conference, EsTAL*, Alicante, Spain, pp. 25-35.
- Amorín, R., Lama, M., Sánchez E., Riera, A., & Vila, X. A. (1995). A learning design ontology based on the IMS specification. In R. Koper, C. Tattersall, & D. Burgos (Eds.) (2005), *Current State on IMS Learning Design. Proceedings of the UNFOLD/Prolearn Joint Workshop*, 1, 203-225, Vlakenburg.
- Avilés, K., Diaz-Kommonen, L., Laipainen, M., & Pietarila, J. (2003). *Soft Ontologies and Similarity Cluster Tools to facilitate Exploration and Discovery of Cultural Heritage Resources*. IEEE Computer Society Digital Library. Czech Republic: DEXA 2003.
- Berners, T., & Hendler, J. (2001). Scientific publishing on the Semantic Web. In *Nature*. doi: 10.1038/35074206
- Birenbaum, M., Tatsuka, K., & Gutvitz, Y. (1992). Effects of response format on diagnostic assessment of scholastic achievement. *Applied psychological measurement*, 16(4). doi: 10.1177/014662169201600406
- Bittencourt I., Costa E., Silva M., & Soares, E. (2009). A computational model for developing semantic web-based educational systems. *Knowledge-Based Systems*, 22(4), 302-315. doi: 10.1016/j.knosys.2009.02.012
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. Handbook I, cognitive domain*. Toronto: Longman.
- Bouquet, P., Dona, A., Serafini, L., & Zanobini, S. (2002). Contextualized local ontologies specification via CTXML. *AAAI-02 workshop on Meaning Negotiation*, 28, 200-2.
- Brewster, C., & O'Hara, K., (2007). Knowledge representation with ontologies: Present challenges-future possibilities. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(7), 563-688. doi: 10.1016/j.ijhcs.2007.04.003
- Corcho, O., Fernández, M., & Gómez, A. (2003). Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point?. *Data and Knowledge Engineering*, 46(1), 41-64. doi: 10.1016/S0169-023X(02)00195-7
- Devedzic, V. (2006). *Semantic Web and Education*. Springer's Integrated Series in Information Systems. USA: Springer.
- Devin, C. (1998). Panlingua. Retrieved from <http://www.strout.net/info/science/ai/panlingua/intro.html>
- Falquet, G., & Mottaz, C. (2004). Ontology based interfaces to access a library of virtual hyperbooks. In R. Heery & L. Lyon (Eds.), *ECDL, 3232, of Lecture Notes in Computer Science*, pp. 99-110.
- Fensel, D., Staab, S., Studer, R., van Harmelen, F., & Davies, J., (2003). Towards the Semantic Web. In J. Wiley & L.C. Sons. (Eds.), *A Future Perspective: Exploiting Peer-to-Peer and the Semantic Web for Knowledge Management*, 245-264.
- Fernández, J., Prendes, M. P., Castellanos, D., Martínez, F., Valencia, R., & Ruíz, J. (2007). *Evaluación en e-learning basada en tecnologías de la Web semántica y procesamiento del lenguaje natural*. Murcia: Diego Marín.
- Fernández-Breis, J. T., & Martínez-Béjar, R. (2002). A cooperative framework for integrating ontologies. *International Journal Human-Computer Studies*, 56(6), 665-667. doi: 10.1006/ijhc.2002.1010

- Friedler, S., A., & Shneiderman, B. (2008). Enabling teachers to explore grade patterns to identify individual needs and promote fairer student assessment. *Computers & Education*, 51(4), 1467-1485. doi: 10.1016/j.compedu.2008.01.005
- Gordijn, J., & Nijhof, W. (2002). Effects of complex feedback on computer- assisted modular instruction. *Computers and Education*, 39, 183-200. doi: 10.1016/S0360-1315(02)00025-8
- Gruber, T. (1993). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. In *Technical Report KSL* (pp. 93-104). Stanford University: Knowledge Systems Laboratory.
- Horridge, M. (2009). *A practical guide to building OWL Ontologies Using Protegé 4 and CO-ODE Tools*. Edition 1.2. University of Manchester. Retrieved from <http://owl.cs.manchester.ac.uk/tutorials/protegeowltutorial/>
- Huynh, D. F., Karger, D. R., & Miller, R. C. (2008). *Exhibit: Lightweight structured data publishing*. Retrieved from <http://people.csail.mit.edu/dfhuynh/research/papers/www2007-%C2%AD%E2%80%9090exhibit.pdf>
- Maicher, L., & Park, J. (Eds.), (2005). *Charting the Topic Maps Research and Applications Landscape*. Springer.
- Martínez, A., Morris, S., Tracy, F., & Carmichael, P. (2011). Case Based Learning, Pedagogical Innovation and Semantic Web Technologies. IEEE transactions. *Learning Technologies*, 10(10).
- McGrath, P. (2003). *Assessing Students: Computer Simulation vs MCQs*. In Proceedings of the 7th Computer Assisted Assessment Conference.
- Mitchell, T., Aldridge, N., Williamson, W., & Broomhead, P. (2003). *Computer based testing of medial knowledge*. In Proceedings of the 7th Computer Assisted Assessment Conference.
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). *Ontology development 101: a guide to creating your first ontology*. Stanford Knowledge System Laboratory Technical Report and Stanford Medical Informative Technical Report, SMI 2001-0880. Retrieved from http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf
- Olsen, M. B. (1998). Translating english and mandarin verbs with argument structure. Tech. rep., New Mexico State University.
- Palmer, K., & Richardson, P. (2003). *On-line assessment and free-response input: a pedagogic and technical model for squaring the circle*. In Proceedings of the 7th Computer Assisted Assessment Conference.
- Stojanovic, L., Staab, S., & Studer, R. (2001). E-Learning based on the Semantic Web. In *WebNET 2001*. Retrieved from http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/Publ/2001/WebNet_1stsstrst_2001.pdf
- Tiropanis, T., Davis, H., Millard, D., WeaL, M., Wills, G., & White, S. (2009). Linked data as a Foundation for the deployment of Semantic applications in Higher Education. In *SWEL09: Ontologies and social Semantic Web for Intelligent Educational Systems AIED09 Conference*. Brighton, UK.
- Tscholl, M., Tracy, F., & Carmichael, P. (2009, September). Case Methods, Pedagogical Innovation and Semantic Technologies. In *1st International Workshop on Semantic Web Applications for Learning and Teaching Support in Higher Education (SemHE'09)* ECTEL'09, Nice, France. Retrieved from http://eprints.ecs.soton.ac.uk/18050/1/semhe09_submission_3.pdf
- Van Heijst, G., Schereiber, A.T., & Wielinga, B. J. (1997). Using Explicit Ontologies in KBS Development. In *International Journal of Human and Computer Studies*, 47.
- Wang, S., & Wu, P. (2008). The role of feedback and self-efficacy on web- based learning: The social cognitive perspective. *Computers and Education*, 51, 1589-1598. doi: 10.1016/j.compedu.2008.03.004
- Whittingdon, D., & Hunt, H. (1999). Approaches to the computerised assessment of free-text responses. In *3rd International Computer Assisted Assessment Conference*.

Con el fin de llegar a un mayor número de lectores, NAER ofrece traducciones al español de sus artículos originales en inglés. Sin embargo, **este artículo en español no es el artículo original sino únicamente su traducción**. Si quiere citar este artículo por favor consulte el artículo original en inglés y utilice la paginación del mismo en sus citas. Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo está enmarcado en el proyecto de investigación 'Evaluación en e-learning basada en tecnologías de la web semántica el procesamiento del lenguaje natural', financiado por la Fundación Séneca, y la 'Plataforma basada en Estándares de la Web Semántica y del e-Learning para la mejora de los procesos de autoevaluación y aprendizaje autónomo en entornos educativos', también financiada por Fundación Séneca.